



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KAUHAMALLISTON SUUNNITTELU

Konevel Oy:lle

TEKIJÄ: Esa Niskanen

| | | | |
|---|-----------|--------------------|------|
| Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala | | | |
| Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma | | | |
| Työn tekijä(t) Esa Niskanen | | | |
| Työn nimi Kauhamalliston suunnittelu | | | |
| Päiväys | 27.4.2014 | Sivumäärä/Liitteet | 29/1 |
| Ohjaajat Esa Jääskeläinen, Pentti Halonen, Kimmo Kärki | | | |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Konevel Oy | | | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella kauhamallisto Konevel Oy:lle. Kauhamalliston suunnittelun tarkoituksena oli se, että yritys voisi kilpailuttaa helposti valmistajia ja saada aikaan säästöjä valmistuskustannuksista. Tarkoituksena oli myös saada aikaan kauhamallisto, joka kestää kovaa kulutusta, mutta ei kuitenkaan ole kallis eli hinta-laatusuhteen tulisi olla optimaalinen.</p> <p>Kauhamalliston suunnittelu aloitettiin kyselyllä, jossa selvitettiin minkä mallisia kauhoja kaivinkoneenkuljettajat ja urakoitsijat haluavat. Kauhat suunniteltiin ja mallinnettiin 3D-suunnitteluohjelmalla, joka tässä tapauksessa oli Solid Works. Opinnäytetyössä käsiteltiin myös valmistustekniikoiden, materiaalinvalinnan ja asiakastarpeen selvityksen teoriaa.</p> <p>Opinnäytetyön tuotoksena valmistui kauhamallisto, joka on suunniteltu yhdessä käyttäjien kanssa. Konevel Oy saa työstä omat kauhamalliston valmistuspiirustukset ja 3D-mallit, joiden avulla valmistajien kilpailuttaminen on vaivatonta. Omilla valmistuspiirustuksilla ja 3D-malleilla myös kuvien päivittäminen ja parannusten tekeminen kauhoihin on helppoa.</p> <p>Opinnäytetyön yhteydessä suunnitellut kauhat ovat osa kokonaisuutta, joka tullaan suunnittelemaan lähitulevaisuudessa yritykselle. Työtä on helppo jatkaa suunniteltujen kauhamallien pohjalta, koska kaikkien kokoluokkien kauhat tulevat olemaan päämuodoiltaan samanlaisia. Lopulliset tulokset kauhamalliston toimivuudesta saadaan kun prototyypit on valmistettu ja testattu todellisissa olosuhteissa.</p> | | | |
| <p>Avainsanat</p> <p>Kauhamallisto, 3D-suunnittelu, valmistettavuus, kulutuskestävyys, QFD, valmistuspiirustus</p> | | | |

| | | | |
|---|----------------|------------------|------|
| Field of Study Technology, Communication and Transport | | | |
| Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering | | | |
| Author(s) Esa Niskanen | | | |
| Title of Thesis Bucket collection design | | | |
| Date | April 27, 2014 | Pages/Appendices | 29/1 |
| Supervisor(s) Mr. Esa Jääskeläinen, Mr. Pentti Halonen | | | |
| Client Organisation /Partners Konevel Ltd | | | |
| <p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis was to design bucket collection for Konevel Oy. The purpose of the bucket collection design was that the company could easily invite manufacturers to tender and make savings of from fabrication costs. The purpose was also to design bucket collection which is tough, but not too expensive to consumer i.e. quality-price ratio should be optimized.</p> <p>The design of the bucket collection was started with an enquiry which made it clear what kind of models and shapes excavator drivers and contractors wished from the buckets. Buckets were designed and modeled with 3D CAD design software, which was Solid Works in this case. The thesis also views the theory of the fabrication methods, material selection and customer need research.</p> <p>As a result of this thesis, the bucket collection which was designed together with the users was created. Konevel Oy will have the fabrication drawings and 3D models which help them with inviting tenders. It is also easy to update the fabrication drawings and make changes to bucket models with the help of their own fabrication drawings and 3D models.</p> <p>The buckets that were designed during the thesis are part of the package which will be designed in the near future for the company. It is easy to continue the design, because the buckets headshapes in all sizes will be similar. When prototypes are made and tested in real conditions the final results from the functionality of the bucket collection will be received.</p> | | | |
| <p>Keywords</p> <p>Bucket collection, 3D design, manufacturability, wear resistance, QFD, fabrication drawing</p> | | | |
| | | | |

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | KONEVEL OY..... | 7 |
| 3 | VALMISTUSTEKNIIKAT | 8 |
| 3.1 | Plasmaleikkaus | 8 |
| 3.2 | Särmäys | 9 |
| 3.3 | MAG-hitsaus | 9 |
| 3.4 | MAG-hitsauksen edut kauhojen valmistuksessa | 10 |
| 4 | MATERIAALIN VALINTA | 11 |
| 5 | QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT | 14 |
| 5.1 | Laadun talo | 14 |
| 5.2 | Asiakastarpeiden selvittäminen | 15 |
| 6 | KULUTUSTERÄKSET | 17 |
| 6.1 | Konevel-kauhamalliston kauhojen materiaalit..... | 17 |
| 6.2 | Huulilevyjen hitsausohje | 18 |
| 7 | MIELIPIDEKYSELY | 19 |
| 8 | MALLISTON SUUNNITTELUN VAIHEITA..... | 20 |
| 8.1 | Suunnittelun lähtökohdat..... | 20 |
| 8.2 | Suunnittelun eteneminen..... | 20 |
| 9 | SUUNNITTELUN TULOKSIA | 24 |
| 9.1 | Konevel CB300-80 -kaapeliojakauha..... | 24 |
| 9.2 | Konevel DB650-200 -kuokkakauha | 25 |
| 9.3 | Konevel TB1200-250 luiskakauha..... | 25 |
| 9.4 | Konevel CB400-600 -kaapeliojakauha | 26 |
| 9.5 | Konevel DB900-550 -kuokkakauha | 26 |
| 9.6 | Konevel TB1650-700 -luiskakauha..... | 27 |
| 10 | POHDINTA..... | 28 |
| | LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT | 29 |

LIITTEET

LIITE 1: MIELIPIDEKYSELYLOMAKE

1 JOHDANTO

Tuotteen valmistuskustannuksista jopa 70–80 prosenttia määräytyy suunnittelusta. Oikella suunnittelulla pyritään alhaisempaan valmistushintaan, lyhempään toimitusaikaan, parempaan toimitusvarmuuteen ja valmistuksen riittävään laatuun. Suunnittelijan tulee tietää ja tuntea valmistusmenetelmien ja laitteiden mahdollisuudet ja rajoitukset pystyäkseen suunnittelemaan tuotteita hyvin ja tuotantotehokkaasti. Tuote tulisi suunnitella niin, että sen valmistus raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi vie mahdollisimman vähän aikaa ja rahaa. (Piironen 2013, 4.)

Tämän opinnäytetyön aiheeksi valikoitui oman kauhamalliston suunnittelu Konevel Oy:lle, koska yrityksen nykyisen kauhantoimittajan suunnittelun ja valmistuksen laadussa on ilmennyt ongelmia. Kauhat on tarkoitus suunnitella 4–6, 15 ja 25 tonnin painoisille kaivinkoneille. Kauhoja ei ole tarkoitus alkaa valmistamaan Konevel Oy:ssä ainakaan toistaiseksi, vaan teettää ne joko kotimaisella tai ulkomaalaisella valmistajalla. Opinnäytetyöllä yritys saa omat valmistuspiirustukset kauhoista, ja niiden perusteella on helppo kilpailuttaa valmistajat ja etsiä hinta-laatusuhteeltaan edullisin valmistaja.

Opinnäytetyöhön kuuluu oleellisena osana käytännön suunnittelu ja valmistuspiirustusten tekeminen. Kauhamallisto suunnitellaan 3D-suunnitteluohjelmalla, joka on tässä tapauksessa Solid Works. Piirustusten tulee olla selkeitä ja helposti ymmärrettäviä, koska kauhat voidaan valmistuttaa missä tahansa, myös ulkomailla. Käytännön suunnittelun lisäksi opinnäytetyössä on teoriaosuus, jossa käsitellään valmistustekniikoita, asiakastarpeita, materiaalien valintaa sekä kulutusterästen ominaisuuksia. Työn aikana tehdään myös mielipidekysely. Kyselyllä selvitetään alan ammattilaisten ajatuksia, joita käytetään suunnittelun lähtökohtina.

Olen työskennellyt Konevel Oy:ssä vuodesta 2012 lähtien. Opinnäytetyön aihe valikoitui yrityksen omistajien eli Kimmo Kärjen ja Marko Laakkosen ideasta suunnitella oma kauhamallisto. Aihe kuulosti aluksi laajalta ja haastavalta, mutta kuitenkin kiinnostavalta. Hetken mietittyäni asiaa päätin ottaa haasteen vastaan.

2 KONEVEL OY

Konevel Oy:n toimialaan kuuluvat maansiirto- ja kiinteistöhuoltokoneiden ja lisälaitteiden myynti, vaihto, varustelu ja maahantuonti. Lisäksi Konevel Oy huoltaa ja kunnostaa käytettyjä lisälaitteita ja koneita. Suurimpiin tuoteryhmiin kuuluvat erilaiset lumilingot, lumiaurat, hiekoittimet, puutavara-, purku- ja laijittelukourat, harjalaitteet, hydrauliset piikkausvasarat, pulveroijat sekä kaivinkoneen kauhat.

Konevel Oy on perustettu tammikuussa vuonna 2010. Perustajina olivat Kimmo Kärki ja Marko Laakonen, jotka perustivat yrityksen alun perin sivutoimista maahantuontia varten. Toiminta alkoi pienissä vuokratiloissa Iisalmen Pitkälähdessä, mutta jo talvella 2011 yritykselle tarjoutui mahdollisuus muuttaa omiin tiloihin Iisalmen Kivirannalle. Tällä hetkellä yrityksessä työskentelee omistajien lisäksi kolme työntekijää. (Konevel Oy:n [www-sivu](http://www.konevel.fi).)

3 VALMISTUSTEKNIIKAT

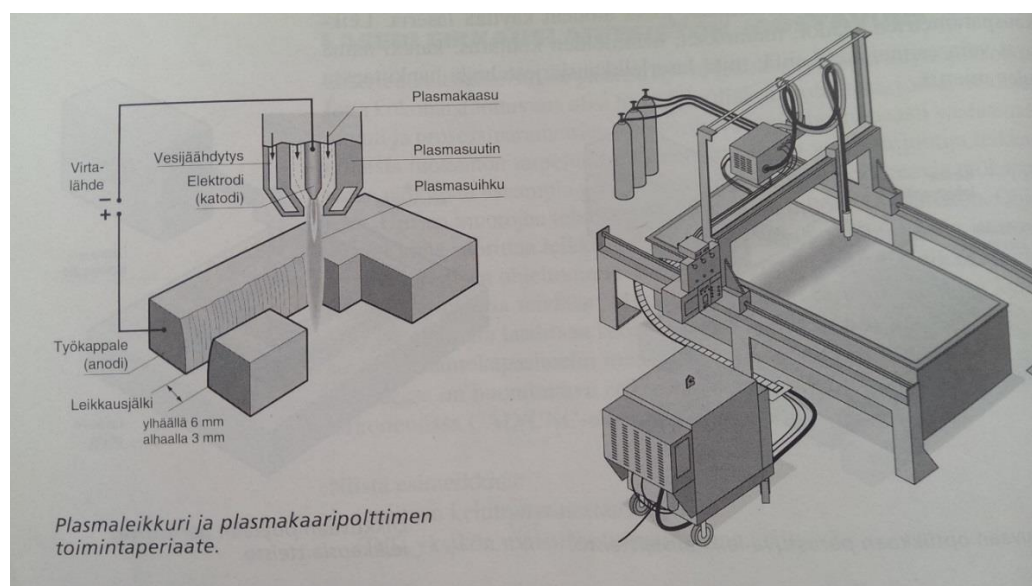
Kauhamalliston valmistuksessa tarvittavia valmistustekniikoita ovat plasmaleikkaus, särmäys ja MAG-hitsaus. Plasmaleikkauksen voi korvata myös polttoleikkauksella, mutta plasmaleikkauksen leikkausjälki on siistimpi, eikä se vaadi niin paljon jälkikäsittelyä kuin polttoleikkaus. Tässä tapauksessa ainevahvuudet ovat niin pieniä, että kaikki leikkeet pystytään tekemään plasmaleikkaamalla.

Muitakin leikkausmenetelmiä toki on olemassa, mutta plasmaleikkaus on yleisin menetelmä heti polttoleikkauksen jälkeen ja se on suhteellisen edullinen. Plasmaleikkauksella päästään riittävään tarkkuuteen kauhan osien leikkaamisessa, ja se on myös edullisempi kuin laser- tai vesileikkaus. Plasmaleikkaus on myös yleisempi kuin edellä mainitut menetelmät.

3.1 Plasmaleikkaus

Plasmavalokaaren tuottamiseen tarvitaan avoin valokaari, sopiva kaasu ja sähköenergiaa. Kaasuna voi olla happi, vety, argon, helium, typpi tai ilma. Energialähteenä toimivan tasavirtalähteen voimakkuutta voidaan säätää käyttötarkoituksen mukaan. (Lepola ja Makkonen 1998, 316.)

Kun kaasu virtaa elektrodin ohi ja suuttimen läpi, se ionisoituu eli tulee sähköä johtavaksi ja siirtää valokaaren elektrodista työkappaleeseen. Lämpötilansa ansiosta (yli 20 000 °C) valokaari sulattaa kaikki metallit ja suuri virtausnopeus puhalttaa sulan metallin pois railosta. Plasmaleikkauksessa leikkausuran leveys määräytyy suuttimen koon mukaan, joka puolestaan määräytyy levyn paksuuden mukaan. Uran leveys vaihtelee välillä 1,5–4 mm ja lämmönvaikutusvyöhyke on 0,2–0,3 mm. Plasmaleikkuri ja plasmakaaripolttimen toimintaperiaate on esitetty kuvassa 1. (Aaltonen, Andersson Ja Kauppinen 1997, 20–21.)



KUVA 1. Plasmaleikkuri ja plasmakaaripolttimen toimintaperiaate. (Lepola ja Makkonen 1998, 317.)

3.2 Särmäys

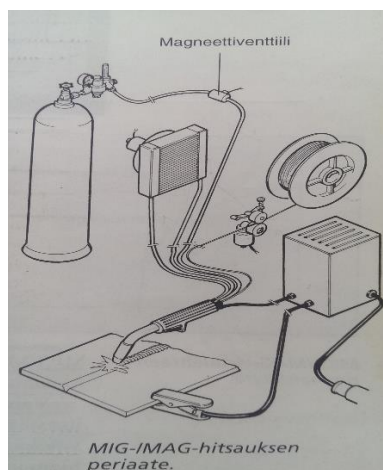
Särmäyksessä pyritään materiaalin pysyvään muodonmuutokseen. Pysyvän muodonmuutoksen saavuttamiseksi on muokattavan raaka-aineen myötöraja ylitettävä, jolloin materiaali ei palaudu entiseen tilaansa, vaan jää haluttuun muotoon. Särmäyksellä saadaan kappaleeseen lisää jäykkyyttä, ja tuotetta voidaan keventää pienentämällä käytettävän materiaalin ainevahvuutta. (Lepola ja Makkonen 1998, 368–369.)

Särmäyksessä levyä muokataan pienellä taivutussäteellä. Särmäystä voidaan käyttää käytännössä kaikille ainevahvuuksille. Materiaalivahvuuden kasvaessa ja taivutussäteen pienentyessä rajoittavana tekijänä ovat vain koneen tehot. (Lepola ja Makkonen 1998, 368–369.)

3.3 MAG-hitsaus

Yleisesti puhutaan MIG-hitsauksesta, vaikka tarkoitetaan MAG-hitsausta. Todellisuudessa MIG-hitsaus on harvinaisempaa, koska sitä käytetään ei-rautametallien kuten alumiiniin, titaanin ja kuparin hitsaamiseen. MIG on lyhenne sanoista *Metal-arc Inert Gas* eli metallikaari inerttinen kaasu. MIG-hitsauksessa käytetään suojakaasuina jalokaasuja, kuten argonia (Ar), tai argonin ja heliumin (He) seosta. Käytännössä MIG- ja MAG-hitsaus ovat periaatteeltaan täysin samanlaisia, mutta MIG-hitsauksessa käytetään kaasuna passiivista ja MAG-hitsauksessa aktiivista kaasua. MIG/MAG-hitsauksen periaate on esitetty kuvassa 2. (ESAB Oy:n www-sivu).

MAG-hitsaus on lyhenne sanoista *Metal-arc Active Gas* eli metallikaari aktiivinen kaasu. MAG-hitsauksessa suojakaasuina käytetään hiilidioksidin (CO₂) ja argonin (Ar) kaasuseosta tai argonin ja hapen (O₂) kaasuseosta. Mag-hitsausta käytetään terästen hitsaukseen. ”MAG-hitsaus on puoliautomaattinen hitsausmenetelmä, jossa lisäainelankaa syötetään automaattisesti vakionopeudella suojakaasulla suojattuun hitsauskohtaan, missä lisäainelangan kärjen ja perusaineen välissä palava valokaari sulattaa lisä- ja perusaineen.” (Lepola ja Makkonen 1998, 126–127.)



KUVA 2. MIG-/MAG-hitsauksen periaate. (Lepola ja Makkonen 1998, 127.)

3.4 MAG-hitsauksen edut kauhojen valmistuksessa

Kauhojen valmistuksessa paras vaihtoehto liitosten tekemiseen on MAG-hitsaus. MAG-hitsauksen etuja muihin menetelmiin verrattuna ovat jatkuva lisäaine eli lisäainelanka syötetään automaattisesti kelalta suoraan hitsaustapahtumaan, ja lisäaine on suhteellisen halpaa. Hitsaus on kuonatonta, joten jälkikäsittely on helpompaa kuin esimerkiksi puikkohitsauksessa, jossa kuona on poistettava hitsauksen jälkeen. Myös lisäaineen korkea riittoisuus, hyvä tuottavuus ja laaja hitsausarvojen säätömahdollisuus tukee MAG-hitsauksen valintaa kauhojen valmistukseen. Prosessin mekanisointi ja automatisointi on nykyään yleistä ja helposti toteutettavissa MAG-hitsauslaitteilla. (ESAB Oy:n [www-sivu](http://www-esab.fi).)

MAG-hitsaus on useimmissa maissa nykyään yleisin hitsausmenetelmä, joten kauhat voidaan valmistuttaa melkein missä tahansa, ympäri maailman. Monissa maissa lisäaineen kulutuksesta 40–50 prosenttia koostuu lisäainelangoista eli tämän perusteella MAG-hitsaus on hyvin yleistä maailmalla. MAG-hitsauslaitteita löytyy jokaiselta pieneltäkin pajalta Suomessa, ja menetelmää käytetään yleisesti konepajateollisuudessa. (ESAB Oy:n [www-sivu](http://www-esab.fi).)

4 MATERIAALIN VALINTA

Kauhamallistoa suunniteltaessa materiaalin tai materiaalien valinta on tärkeä osa tuotteiden suunnitteluprosessia. Lähtökohtina suunnittelussa ovat kauhojen kulutuskestävyys, käyttöikä sekä liitosten kestävyys vaativissa olosuhteissa. Toisaalta paino ei saa nousta liian suureksi, ettei hyötysuhde heikkene liikaa.

Kaivinkoneiden kauhoissa käytetään yleisesti kahta eri materiaalia. Kulutukselle alttiissa paikoissa käytetään lujia ja kulutusta kestäviä teräksiä, kuten Hardox-, Miilux- ja Raex-teräkset (kovuudet 400–500 HBW). Vähemmän kulutuksen kestoja vaativissa paikoissa voidaan käyttää hieman pehmeämpiä ja halvempia rakenneteräslaatuja, kuten S355-rakenneterästä (myötölujuus, R_{eH} vähintään 355 N/mm²).

Materiaalin valintaprosessi voi kestää koko tuotteen eliniän. Valinta koostuu seuraavista vaiheista (Tiainen ja Laitinen 2008, 249):

- tuotteen tehtävän ja toimintojen kartoitus

Tuotteelta halutut toiminnot ja sen tehtävä selkiintyvät yleensä siinä vaiheessa, kun markkinoiden tarve tiedostetaan. Toiminnot voivat myös muotoutua tuoteidean toteutusta ja sen yksityiskohtia mietittäessä, osana tuoteinnovaatioprosessia.

- vaatimusprofiilin laadinta

Vaatimusprofiili sisältää kaikki vaatimukset joita tuotteeseen ja materiaaliin käytön aikana kohdistuu. Käyttöympäristö, tuotteelta halutut toiminnot ja valmistukseen käytetyt menetelmät aiheuttavat vaatimuksia materiaalille. Tuotteelta halutut toiminnot ja sen käyttöympäristö tulisi kartoittaa ensimmäisenä. Vaatimusprofiilin laadinta voi tapahtua tuotteen käyttäjille suoritetun kyselyn, omakohtaisen kokemuksen ja harkinnan, tai vastaavanlaisille tuotteille sattuneiden reklamaatiotapausten perusteella.

- valintastrategian päättäminen

Yhtenä vaihtoehtona valintastrategiaksi voi olla pyrkimys halpaan valmistukseen ja alhaiseen myyntihintaan. Tällöin on todennäköistä, että kustannukset kasvavat käytön aikana, joten siihen on syytä varautua. Toinen mahdollisuus on se, että minimoidaan käyttökustannukset tekemällä paras mahdollinen tuote.

- materiaalien esivalinta

Epätodennäköisimmät vaihtoehdot on syytä rajata pois tässä vaiheessa ja rajoittaa tarkasteltavia materiaaleja niin, että jatkotarkastelussa olevien materiaalien määrä on järkevän

kokoinen. Toisin sanoen materiaalit valitaan esivalinnassa maalaisjärjellä ja aiempien kokemusten perusteella.

- ominaisuusprofiilin laadinta

Ominaisuusprofiililla kuvataan sitä, miten hyvin materiaalit vastaavat ominaisuuksiltaan niille asetettuja vaatimuksia vaatimusprofiilissa. Ominaisuusprofiili on materiaalikohtainen. Ominaisuusprofiilia laadittaessa vastataan kysymyksiin: Mitä ominaisuuksia asetetut vaatimukset edellyttävät? Mitkä ovat nämä ominaisuudet kunkin kyseeseen tulevan materiaalin tapauksessa? Mikä on kunkin ominaisuuden merkitys tuotteen toiminnan kannalta?

- vaatimusten ja ominaisuuksien yhteensovittaminen

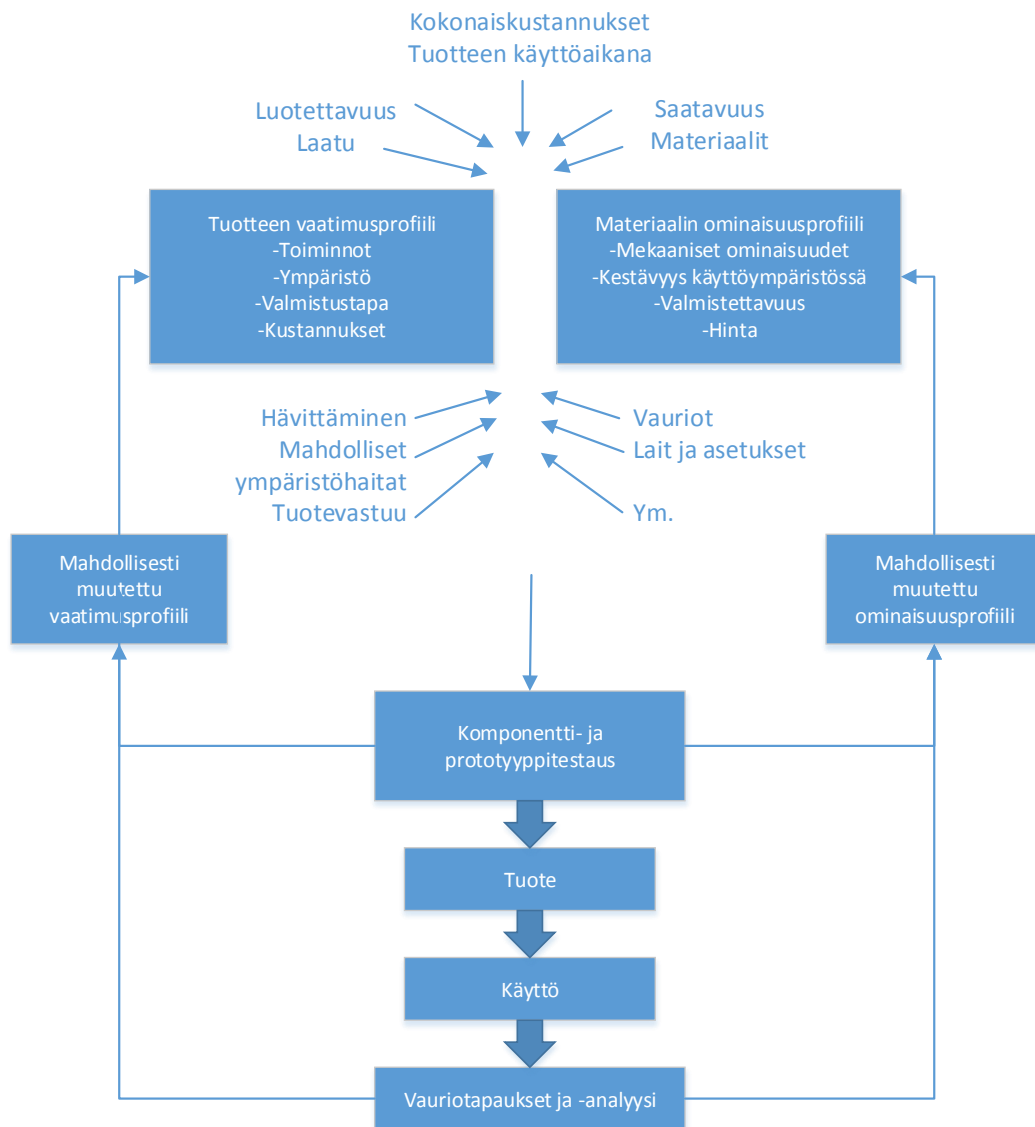
Vaatimusten ja ominaisuuksien yhteensovittamiseen on olemassa kaksi tapaa. Ensimmäinen tapa on materiaalin soveltuvuutta käyttökohteeseen kuvaava vertailuluku, joka lasketaan vaatimus- ja ominaisuusprofiilien pohjalta. Toinen tapa on niin sanottu meriittiparametrien tai toimivuusindeksien määrittäminen materiaaliominaisuuksien pohjalta. Nämä indeksit kuvaavat hyvin materiaalin toimivuutta ja menestymismahdollisuuksia käyttökohteessa, koska ne riippuvat yleensä samanaikaisesti useammasta materiaaliominaisuudesta.

- prototyypin tai tuotteen valmistaminen

Edellä mainituilla menetelmillä valituista materiaaleista valmistetaan tuotteen todellisissa käyttöolosuhteissa testattava prototyyppi. Tarvittaessa voidaan myös valmistaa lopullinen tuote tai koe-erä, jonka asiakas testaa todellisissa käyttöolosuhteissa.

- käyttöseuranta ja mahdolliset uudelleenarvioinnit

Tarvittavat uudelleenarvioinnit tehdään saatujen käyttäjäkokemusten ja palautteiden perusteella. Tarvittaessa voidaan palata valintaprosessin sopivan vaiheeseen. Valintaprosessia voidaan joutua täydentämään ja tarkistamaan aina vaatimusprofiilin uudistamisesta lähtien tapauksesta riippuen. Materiaalin valinta voi siis olla jatkuva prosessi, joka kestää koko tuotteen eliniän ajan. Valintaprosessin kulku on esitetty kuvassa 3.

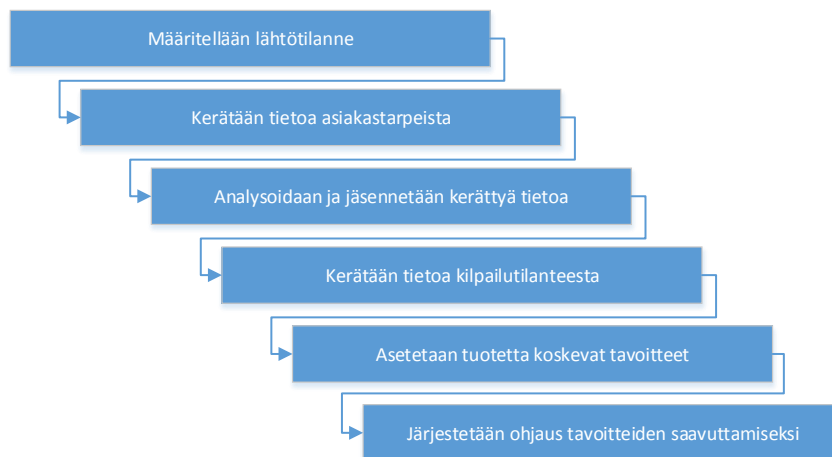


KUVA 3. Valintaprosessin kulku. (Tiaista ja Laitista 2008, 254 mukaillen.)

5 QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT

Quality Function Deployment eli QFD on asiakaslähtöisen tuotesuunnittelun menetelmä. QFD:n käyttö luo pohjan sille, että asiakkaiden tarpeet huomioidaan ja ne myös ohjaavat tuotekehitysprosessia. Menetelmän pääperiaate on ottaa systemaattisesti asiakkaiden tarpeet huomioon koko tuotekehitysprosessin ajan. Erään määritelmän mukaan QFD on järjestelmällisen tuotesuunnittelun menetelmä, jonka avulla suunnittelija pystyy keskittymään asiakkaiden tarpeisiin. Menetelmän avulla kyetään arvioimaan nykyisiä tuotteita ja niiden ominaisuuksien riippuvuuksia asiakkaiden tarpeisiin. (Cohen 1995, 11.)

Menetelmä on kehitetty tuotesuunnitteluun, ja sitä käytetään erityisesti vaiheessa, jossa tuotetta koskevat tavoitteet asetetaan. Toisaalta menetelmä on läsnä prosessin jokaisessa vaiheessa ja sen käyttö jatkuu vielä näiden vaiheiden jälkeenkin. Kuviossa 1 on esitetty tyypillisen tuotesuunnittelu-prosessin vaiheet. (Heinonen, Kärkkäinen, Piippo, Salli & Tuominen 1995.)



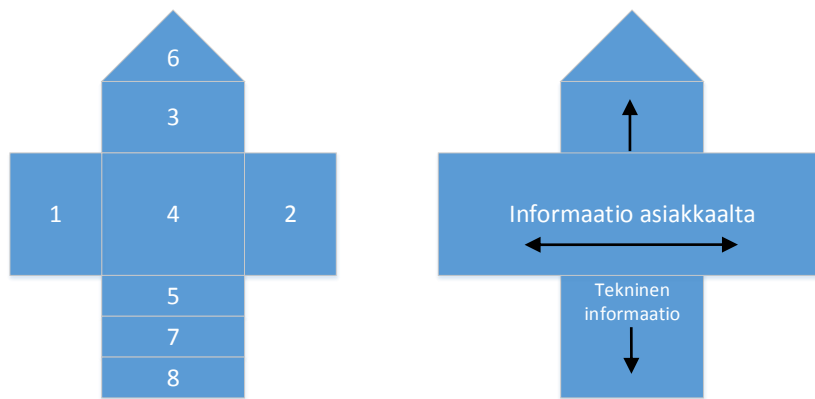
KUVIO 1. Tuatesuunnitteluprosessin vaiheet. (Heinonen ym. 1995.)

5.1 Laadun talo

QFD:n ydin on laadun talo, HOQ eli *The House Of Quality*. HOQ:n tavoitteena on suunnitella tuote siten, että se parhaiten täyttäisi asiakkaiden tarpeet. Tuotteen tekniset ominaisuudet ja asiakkaiden vaatimukset tulevat ensimmäisenä laadun talossa. Laadun taloon kuuluu kahdeksan osa-aluetta, jotka voidaan jakaa kahteen osaan eli asiakasinformaatioon ja tekniseen informaatioon. Laadun talon periaate ja osiot näkyvät kuviossa 2. (Cohen 1995, 12.)

Laaduntalon kahdeksan osa-aluetta (Cohen 1995, 12):

1. Asiakastarpeet
2. Asiakastarpeiden perusteella tehty kilpailija-analyysi ja suunnittelumatriisi
3. Tuoteominaisuudet
4. Asiakastarpeiden ja tuoteominaisuuksien väliset riippuvuudet
5. Tuoteominaisuuksien prioriteetit
6. Tuoteominaisuuksien väliset riippuvuudet
7. Tuoteominaisuuksien kilpailija-analyysi
8. Tuoteominaisuuksien tavoitteet



KUVIO 2. Kaksi tapaa jakaa laadun talo osa-alueisiin ja laadun talon täyttöjärjestys. (Heinonen ym. 1995.)

5.2 Asiakastarpeiden selvittäminen

Tuotteen menekin kannalta on tärkeää ottaa huomioon asiakkaan tarpeet. Jos yritys ei huomioi asiakkaidensa tarpeita, se menettää asiakkaitaan, markkinaosuuttaan ja sitä kautta myös kannattavuuttaan. Myös kilpailija-analyysi tehdään asiakkaan tarpeet huomioiden. Analyysissä tutkitaan omaa, nykyistä tuotetta ja verrataan sitä kilpailijoiden vastaaviin asiakastarpeiden pohjalta. (Day 1993, 29–39.)

Todellisten potentiaalisten asiakkaiden kuunteleminen on todella tärkeää asiakkaiden tarpeiden huomioimisessa eli niitä, jotka luulevat tietävänsä mitä asiakkaat haluavat, on turha kuunnella. Suurin virhe asiakaslähtöisessä tuotesuunnittelussa on se, että yrityksen henkilökunta määrittää tarpeet yleisen luulon varassa. Analysoitaessa ei pidä unohtaa, että asiakkaalta ei saada valmiita vastauksia lopullisen tuotteen tilasta. Tuotetta tulisi viedä asiakkaiden antamaan suuntaan ammattitaitoisen tuotekehitysryhmän avulla. (Turunen 1991, 26.)

Asiakastarpeiden kartoittamiseen on olemassa useita keinoja. Tarpeita voidaan esimerkiksi selvittää erilaisten asiakaskyselyiden ja puhelinhaastattelujen kautta. Kysymysten on oltava muotoiltuja siten, että ne eivät rajaa asiakasta vastaamaan tietyllä tavalla vaan antavat asiakkaalle vapauden ilmaista mielipiteensä sellaisena kuin se on. Kyselyjen tulisi olla sopivan pituisia, ei liian pitkiä, että asiakas jaksaisi keskittyä vastaamaan kysymyksiin kunnolla. (Turunen 1991, 26.)

Tuotteesta saatuihin palautteisiin ja reklamaatioihin perehtyminen on tärkein asiakastarpeiden selvitystapa. Monesti palautteenantomahdollisuutta pidetään vain laaduntarkkailun työkaluna, eikä itse palautteeseen kiinnitetä tarpeeksi huomiota. Asiakkaiden todellisia tarpeita ajatellen palautteet ja reklamaatiot ovat paras mahdollinen tietolähde. (Turunen 1991, 27.)

Asiakaskyselyissä annetaan tuotteesta varmasti useita eriäviä mielipiteitä, tarpeita ja toiveita. Olennaisimmat ja tärkeimmät ominaisuudet on kyettävä erottamaan asiakkaiden palautteiden joukosta. Palautteesta pitäisi pystyä valitsemaan kaikkien asiakkaiden kannalta olennaisimmat ja tärkeimmät ominaisuudet, joita lähdetään kehittämään. Toisinaan tämä tarkoittaa sitä, että jostain hyvästä omi-

naisuudesta on luovuttava ja valittava tilalle toinen, jotta saadaan aikaan hyvä ja menestyksekkäs tuote. (Heinonen ym. 1995.)

Kilpailulla on merkittävä osa nykyajan yrityselämässä, ja kilpailu on koventunut talouskasvun hidastuessa. Benchmarking-menetelmä eli oman toiminnan vertaaminen toisten toimintaan on hyvä esimerkki siitä, kuinka yrityksen toimintaan saadaan virikkeitä ja sitä voidaan tehostaa. Yritys pysyy kilpailukykyisenä kilpailua tarkkailemalla. Toisin sanoen kilpailu motivoi yritystä parannuksiin, eikä yksikään yritys investoisi tuotekehitykseen tietämättä tuotteensa kilpailukykyä. (Cohen 1995, 160.)

Kilpailija-analyysi tarkoittaa sitä, että kilpailijoiden tuotteita ja niiden ominaisuuksia analysoidaan systemaattisesti. Analyysin perusteella selvitetään kilpailijan tuotteen parhaat ominaisuudet ja ne otetaan huomioon oman yrityksen tuotekehityksessä ja suunnittelussa. Analysoinnin aluksi luonnollisesti selvitetään, ketkä ovat oman yrityksen tai tuotteen todellisia kilpailijoita. Todellisten kilpailijoiden määrittämisen jälkeen voidaan aloittaa tietojen keräys. Kilpailijan tuotteiden hyvistä puolista, toimivuudesta ja valmistusmenetelmistä voidaan saada tietoa tarkkailemalla kilpailijan tuotteita. Kun tiedetään valmiiksi asiakkaiden tarpeet, on tietojen kerääminen kilpailijan tuotteesta helpompaa. (Hämäläinen ja Jalarvo 2008, 14.)

Laadun talon teknistä osiota voidaan ryhtyä täyttämään, kun asiakasosio on saatu täytettyä. Teknisessä osiossa on monia tärkeitä alueita kokonaisuutta ajatellen. Tärkeimpiä osioista ovat tuoteominaisuuksien vertailu kilpailijaan nähden, asiakastarpeiden ja tuoteominaisuuksien väliset suhteet, asiakastarpeiden muuntaminen tuoteominaisuuksiksi sekä ominaisuuksien suhteet toisiinsa nähden. Näiden osioiden jälkeen ryhdytään miettimään mitkä ovat tuoteominaisuuksien tavoitearvot ja mihin jokaista eri tuoteominaisuutta aletaan kehittää. (Cohen 1995, 123–124.)

6 KULUTUSTERÄKSET

Seuraavassa kappaleessa on käsitelty Miilux-kulutusteräksiä, koska Konevel Oy tilaa tällä hetkellä kaikki tarvittavat kulutusteräket Miilux Oy:ltä. Kulutusteräket ovat matalaseosteisia, karkaistuja hii-literäksiä. Kulutusterästen merkinnöissä numerolla tarkoitetaan pinnan ohjeellista kovuutta. Kauhamallistoa varten vertailtiin kolmea eri lujuutta eli kohteina olivat Miilux400, 450 ja 500. Taulukossa 1 ovat terästen kemialliset koostumukset ja taulukossa 2 niiden mekaaniset ominaisuudet. (Liimatainen ja Sipilä 2010, 11.)

TAULUKKO 1. Kemiallisten koostumusten maksimipitoisuudet. (Liimatainen ja Sipilä 2010, 11.)

| Teräsluokka | Paksuus, mm | C | Si | Mn | P | S | Cr | Ni | Mo | B |
|-------------|-------------|------|-----|------|------|-------|-----|-----|-----|-------|
| Miilux400 | 5-30 | 0,2 | 0,7 | 1,70 | 0,03 | 0,015 | 1,5 | 0,4 | 0,5 | 0,004 |
| Miilux450 | 5-60 | 0,26 | 0,7 | 1,70 | 0,03 | 0,015 | 1,5 | 0,7 | 0,5 | 0,004 |
| Miilux500 | 5-60 | 0,3 | 0,7 | 1,70 | 0,03 | 0,015 | 1,5 | 0,8 | 0,5 | 0,004 |

TAULUKKO 2. Mekaaniset ominaisuudet. (Liimatainen ja Sipilä 2010, 11.)

| Teräsluokka | Paksuus, mm | Myötölujuus, Rp0,2 N/mm ² | Murtolujuus, Rm N/mm ² | Murtovenymä A5 | Charpy-V -40°C pitkittäin | Kovuusalue HBW | CEV |
|-------------|-------------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------|-------------------|------|
| Miilux400 | 5-12 | 1000 | 1250 | 10 | 40J | 360-420 | 0,45 |
| Miilux450 | 5-30 | 1200 | 1450 | 8 | 25J | 425-475 | 0,5 |
| Miilux500 | 5-60 | 1250 | 1600 | 8 | 25J | 450-530 | 0,64 |

Kulutusteräket ovat kovia ja lujia karkaisun ansiosta. Terästä hehkutetaan karkaisussa austenniittialueella eli 900–950 asteessa. Hehkutuksen jälkeen teräs sammutetaan joko veteen, öljyyn tai synteettiseen karkaisunesteeseen, jolloin mikrorakenteesta saadaan luja, mutta samalla sitkeä matalahiilinen martensiittinen rakenne. Kulutusterästen ominaisuudet ennen karkaisua ovat hyvin lähellä tavallisen S355-teräksen ominaisuuksia. Ainoastaan kovuus ja lujuus ovat hieman suurempia kuin tavallisella teräksellä, mutta sitkeys on hieman heikompi seostuksesta johtuen. (Liimatainen ja Sipilä 2010, 12.)

6.1 Konevel-kauhamalliston kauhojen materiaalit

Konevel-kauhamalliston kaikkien kauhojen huulilevyt ovat kovuudeltaan ja lujuudeltaan vastaavia kuin Miilux500 kulutusteräs. Huulilevyt ovat lujempia ja kulutuskestävämpiä kuin kauhan muut osat, koska suurin kulutus kauhoissa kohdistuu huulilevyyn. Toisaalta lujempi teräs on hieman hankalampi hitsattava, mutta hitsaus onnistuu hyvin oikein tehtynä. Huulilevyjen hitsausohje on seuraavan otsikon alla.

Kauhojen pääty- ja päätykotelolevyt ovat normaalia S355-rakenneterästä. Pääty- ja kotelolevyiltä ei vaadita kulutuskestävyyttä niin paljoa kuin kauhojen muilta osilta. Päätylevyn S355-materiaalin ansiosta seläkkeiden hitsaus ja vaihto onnistuu ilman erityisiä esivalmisteluja.

Kylkiveitset, kylkilevyt, kylkivahvikkeet sekä pohjavaipat ovat kovuudeltaan ja lujuudeltaan vastaavia kuin Miilux450-kulutusteräs. Edellä mainitut osat joutuvat kauhoissa alttiiksi suhteellisen kovalle kulutukselle, joten ne päätettiin tehdä 450-kulutusteräksestä. 400- ja 450-kulutusterästen välillä pää-

dyttiin 450:seen, koska 450 on hieman lujempaa kuin 400, ja hitsattavuus ei juurikaan muutu näiden terästen välillä. Valmistuskustannuksetkaan eivät nouse liikaa, vaikka osat tehdään paremmasta teräksestä. Alla olevassa taulukosta 3 on ohjehinnat kulutusteräksille.

TAULUKKO 3. Miilux-kulutusterästen ohjehinnat, Alv 0%. (Rantasuo 24.4.2014)

| Teräslaatu | Levynpaksuus, mm | Hinta, €/kg |
|------------|------------------|-------------|
| Miilux400 | PL10 | 1,199 |
| Miilux450 | PL10 | 1,279 |
| Miilux500 | PL10 | 1,343 |

6.2 Huulilevyjen hitsausohje

Kaivinkoneen kauhojen huulilevyjen materiaalit ovat lujia, karkenevia ja kulutusta kestäviä. Huulilevyjen hitsauksessa on otettava huomioon monia asioita, että liitoksesta tulisi luja ja kestävä. Huulilevyjen hitsausohje on esitetty alla (Miilux Oy:n [www-sivu](http://www.miilux.fi)):

- Lisäaineet

Vähävyinen, emäksinen puikko OK48 tai MAG-menetelmä OK Autrod 21.51.

- Esilämmitys

100–150 °C

- Työlämpötila

150–200 °C, hitsattava valmiiksi asti samoilla lämmöillä. Huulilevy ei saa jäähtyä välillä.

- Hitsaustyö

Railossa tulee olla ilmarako 2–3 mm, railomuoto joko V- tai K-railo, alle 45°. Juuripinnan leveys on 2–4 mm. Hitsaussilloitus tehdään symmetrisesti ja huulilevyn keskeltä vahvaksi.

On otettava huomioon, että huulilevy vetelee hitsatessa. Vetelyn tulisi antaa tapahtua vapaasti, joten vetelyt tulee ennakoida silloitusvaiheessa mahdollisimman tehokkaasti. Huulilevystä saa oikean muotoisen eli reunoilta ylöspäin kaarevan aloittamalla hitsaamisen kauhan sisäpuolelta, huulilevyn keskeltä reunoille päin. Sauma täytetään sisäpuolelta valmiiksi, käännetään kauha ja avataan juuri hiomalla, jonka jälkeen alapuoli hitsataan täyteen keskeltä reunoille päin. Aloitus- ja lopetuspalojen käyttö on suositeltavaa. Jäähtymisen hidastaminen ja kontrollointi kannattaa etenkin viileissä olosuhteissa. Kontrollointi onnistuu esimerkiksi mineraalivillalla vuoraten. Jäähtymisen edistäminen on ehdottomasti kielletty. Terävät kulmat ja reunat hiotaan lopuksi jouheviksi.

7 MIELIPIDEKYSELY

Teimme mielipidekyselyn kaivinkoneurakoitsijoille ja kaivinkoneenkuljettajille syksyllä 2013 Maxpo-messujen yhteydessä. Maxpo on maarakennus- ja ympäristöhoitokoneiden erikoisnäyttely, ja se järjestetään Hyvinkään lentokentällä joka toinen vuosi. Vuonna 2013 Maxpo järjestettiin 15. kerran ja kävijöitä oli lähes 15 000. (Keskinen 2013.)

Yhdistimme mielipidekyselyyn myös arvonnän mielenkiinnon lisäämiseksi. Kävijöitä messuosastolamme oli kolmen päivän aikana paljon, ja vastauksia kyselyyn tuli kohtalaisesti. Enemmänkin vastauksia olisi voinut tulla kävijämäärään nähden. Toisaalta messukävijöistä suurin osa oli yrittäjiä, jotka harvemmin itse ajavat koneitaan. Varsinaisia kaivinkoneenkuljettajia oli vähemmän. Todellisten potentiaalisten asiakkaiden ja tuotteen oikeiden käyttäjien kuunteleminen on tärkeää, jos halutaan saada aikaan menestyvä tuote.

Vastauksia kyselyyn tuli kuitenkin riittävästi ja arvokas tieto ammattilaisilta saatiin kerättyä talteen. Toisaalta lähes jokaisella kaivinkoneenkuljettajalla on erilainen mielipide halutuista kauhojen ominaisuuksista. Eriävät mielipiteet hankaloittavat kauhojen suunnittelua, mutta koskaan ei voi kaikkia miellyttää, joten täytyy vain etsiä se kultainen keskitie ja toivoa, että suurin osa kauhojen käyttäjistä pitää malleja hyvinä. Mielipidekyselylomake löytyy liitteestä 1.

8 MALLISTON SUUNNITTELUN VAIHEITA

Konevel Oy:n myymät kaivinkoneen kauhat on tähän asti ostettu liettualaiselta MGI Oy:ltä. MGI on suunnitellut ja valmistanut kauhat Liettuassa. Suunnittelun ja valmistuksen puutteista, epäkohdista ja reklamaatioista johtuen Konevel Oy:n omistajat Kimmo Kärki ja Marko Laakkonen saivat idean suunnitella oma kauhamallisto Konevel Oy:lle.

Oman kauhamalliston valmistuspiirustusten olemassaolo mahdollistaisi valmistuksen kilpailutuksen joko Suomessa tai ulkomailla. Myös yksittäiset kauhat voitaisiin toimittaa tarvittaessa nopeasti esimerkiksi valmistuttamalla ne paikallisissa yrityksissä. Kärjen ja Laakkosen ideoista syntyi myös ajatus opinnäytetyöni aiheesta.

8.1 Suunnittelun lähtökohdat

Kauhamalliston suunnittelu päätettiin toteuttaa MGI:n kauhamalleista saatujen kokemusten perusteella, koska mallistossa on useita päämuodoiltaan hyväksi havaittuja malleja. Kyselyyn vastanneiden urakoitsijoiden ja kaivinkoneenkuljettajien mielipiteet kauhojen malleista otetaan huomioon suunnittelussa. Myös Kimmo Kärjen ja Marko Laakkosen kokemus konealalta helpottaa suunnittelua. Minun oma kokemukseni hitsaus- ja metallialalta auttaa käytännön suunnitteluvaiheessa.

Opinnäytetyöhön valittiin kolme eri kokoluokkaa: 4–6, 15 ja 25 tonnin painoisten koneiden kauhat. Jokaisesta painoluokasta mallinnetaan kolme eri mallia eli kuokka-, luiska ja kaapeliojakauhat ja 3D-mallien perusteella tehdään niiden valmistuspiirustukset. Valmistuspiirustusten tulee olla selkeät ja helposti luettavat, koska kauhoja voidaan tulevaisuudessa teettää niin Suomessa kuin ulkomaillakin.

8.2 Suunnittelun eteneminen

Kauhojen 3D-mallinnus aloitettiin pienimmistä eli 4–6 tonnin painoisten koneiden kauhoista, ja siitä edettiin suurempiin kauhoihin. Suunnitteluvaihe eteni nopeasti, ja mallit alkoivat näyttää toimivilta ainakin teoriassa, koska todellista toimivuutta ei voi tietää ennen kuin kauhat testataan käytännön töissä todellisissa olosuhteissa. Mallinnuksessa hyödynnettiin asiakkailta mielipidekyselyssä saatuja arvokkaita tietoja kauhojen ihanteellisista muodoista ja ominaisuuksista.

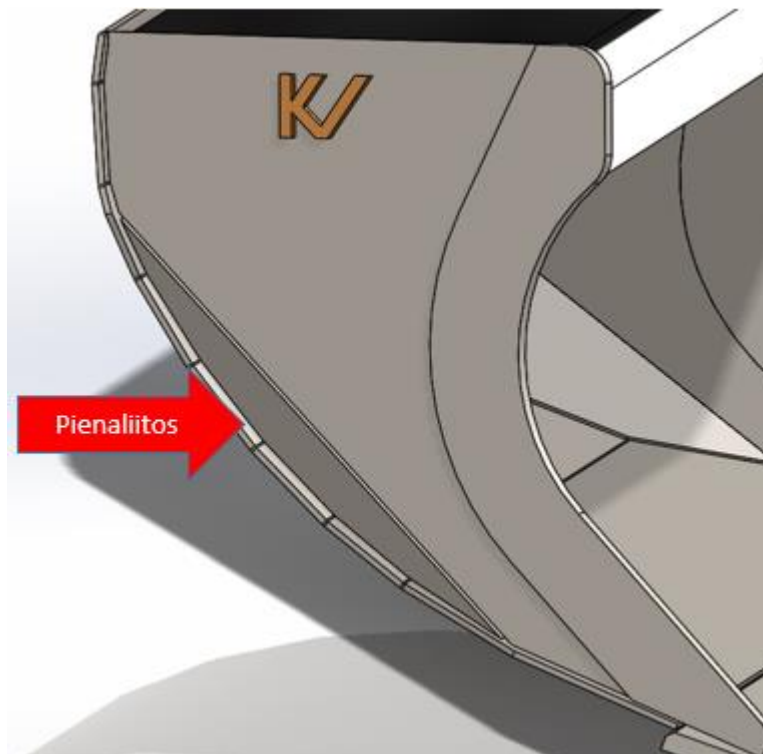
Suunnitteluvaiheessa mietittiin yksityiskohtia valmistettavuuden helpottamiseksi. Liitoskohtiin jätettiin riittävästi tilaa hitsausliitoksille, liitokset ovat pääasiassa suojassa kulumiselta ja muutenkin liitosmuotoja parannettiin muiden valmistajien kauhamalleihin verrattuna. Kauhojen pohjavaipoissa, päätylevyissä, kotelolevyissä ja kylkilevyissä on paikoituslovet kokoonpanovaiheen helpottamiseksi. Pohjavaippojen särmäyskohdat on merkitty leikkausvaiheessa särmäyksen helpottamiseksi, koska särmäyspuristimen takavastetta ei pystytä käyttämään taivutettaessa pohjan muotoa.

Kuvissa 4 ja 5 esitellään kilpailevan valmistajan luiskakauhan ja Konevel-luiskakauhan pohjavaipan ja kylkilevyn liitoksen ero. Kilpailijan kauhassa kylkilevy on hitsattu päittäisliitoksella pohjavaippaan

kiinni ja liitos jää alttiiksi kulutukselle. Liitos ratkeaa todennäköisesti aika nopeasti ja kauha hajoaa. Konevel-kauhassa pohjavaippa tulee reilusti yli kylkilevystä jolloin liitosmuodoksi tulee pienaliitos, joka on lujempi kuin kilpailijan päittäisliitos. Pienaliitos jää pohjavaipan reunan taakse suojaan kulumiselta ja kestää todennäköisesti huomattavasti kauemmin kuin kilpailijan kauhan päittäisliitos.



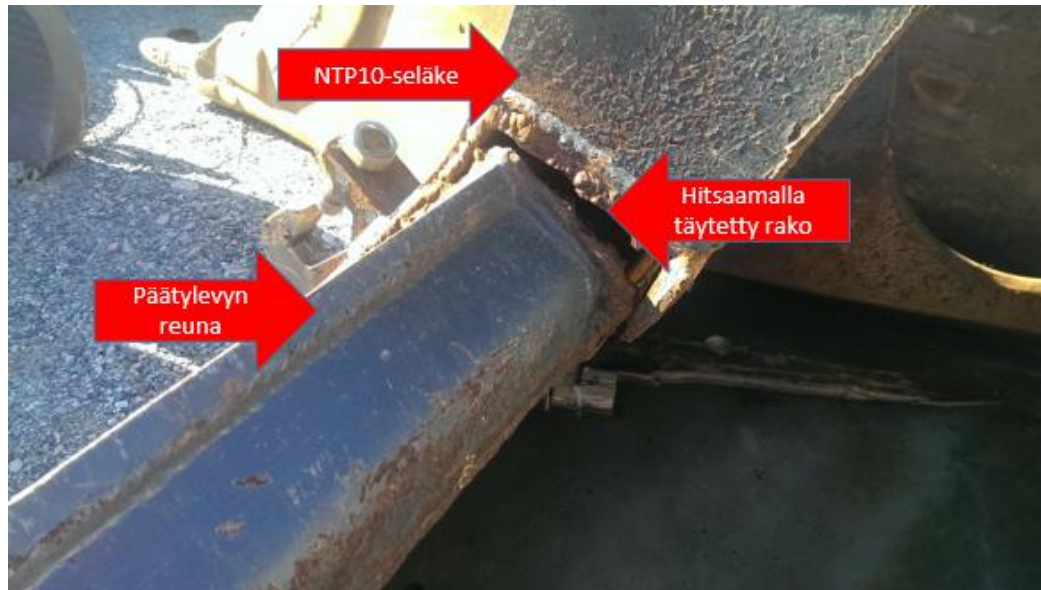
KUVA 4. Kilpailevan valmistajan luiskakauha. Valokuva Esa Niskanen 2014



KUVA 5. Konevel-luiskakauha.

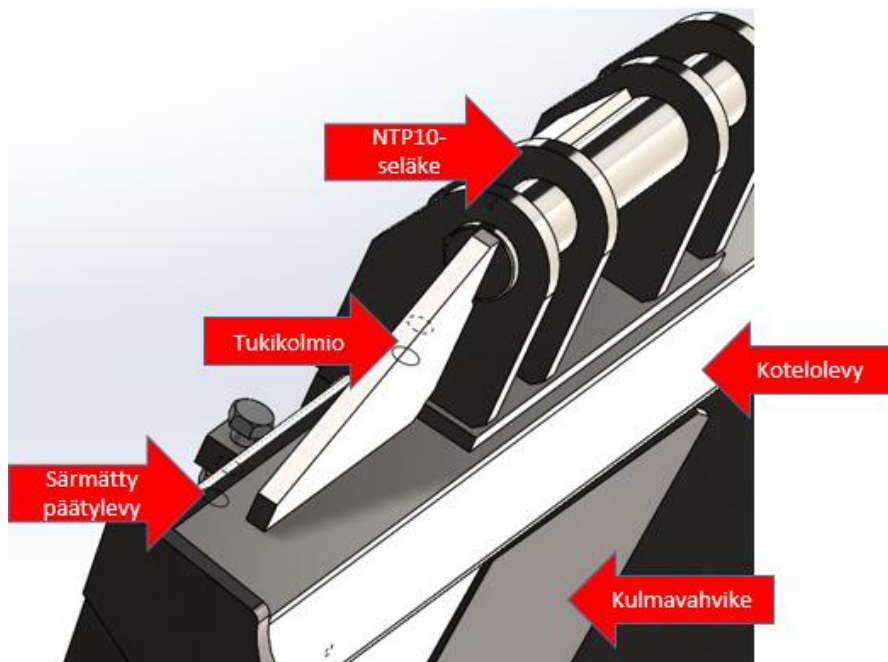
Kuvassa 6 on näkyvissä yhden kilpailevan valmistajan luiskakauhan selkeä valmistusvirhe. NTP10-seläke on hitsattu kauhan päätylevyn reunan päälle, ja otsapintaan jäänyt rako on täytetty hitsaamalla. Liitos on ratkennut raon kohdalta. Liitos on jo ilmeisesti revennyt ainakin kerran, ja sitä on yritetty korjata uudelleen hitsaamalla. Tällainen liitos ei kestä kauan, koska leveiden luiskakauhojen

sovitteisiin voi kohdistua yllättävän suuria voimia esimerkiksi silloin kun kaivetaan tai siirretään suuria kiviä.



KUVA 6. Kilpailevan valmistajan luiskakauha ja NTP10-seläke. Valokuva Esa Niskanen 2014

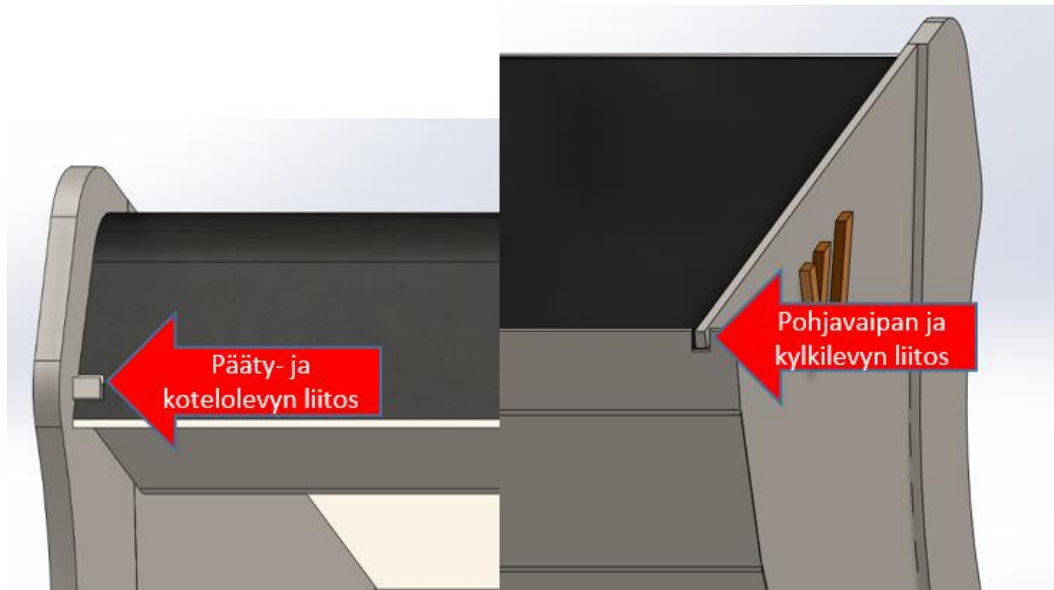
Kuvassa 7 on Konevel-versio luiskakauhan ja NTP10-seläkkeen liitoksesta. Liitos on tuettu isolla tukikolmiolla, joka estää seläkkeen repeämisen kuvan 6 esittämällä tavalla. Kauhassa myös päätylevy on toteutettu eri tavalla kuin kilpailijan kauhassa. Päätylevy on särmätty NTP10-kiinnikkeen kanssa yhdensuuntaisesti ja tuettu alapuolelta kotelolevyllä ja kulmavahvikkeilla.



KUVA 7. Konevel-luiskakauha ja NTP10 seläke.

Kaikkiin kauhamalleihin tehtiin paikoituslovia kokoonpanon helpottamiseksi. Paikoituslovet tehtiin päätylevyn ja kotelolevyn etupäähän sekä pohjavaipan ja kylkilevyjen yläpäähän. Muihin kohtiin pai-

koituslovien tekeminen katsottiin tarpeettomaksi, koska osien muodot pakottavat osat paikoilleen suurimmassa osassa liitoksista. Paikoituslovet nkyvat kuvassa 8.



KUVA 8. Paikoituslovet.

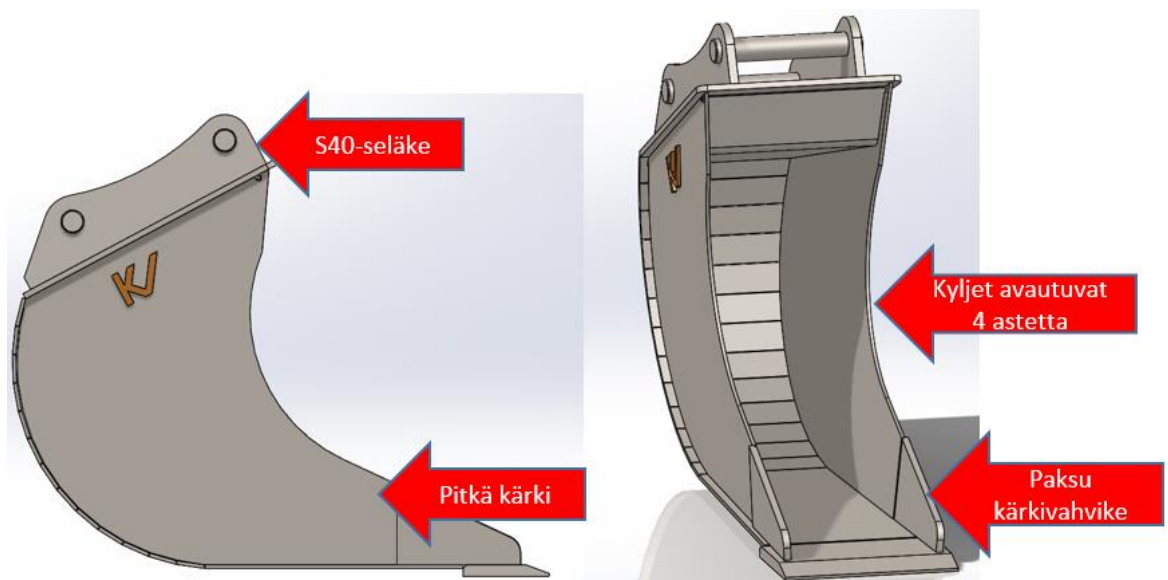
9 SUUNNITTELUN TULOKSIA

Työn edetessä päätettiin yhdessä Kimmo Kärjen ja Marko Laakkosen kanssa jättää projektista pois 25-tonnin painoisten koneiden kauhat. Päätös syntyi, koska niin suurille kauhoille ei ole kovin paljoa kysyntää ainakaan tällä hetkellä. 25 tonnin painoisten koneiden kauhat mallinnetaan ja piirretään kuviksi myöhemmin tarvittaessa. Pienempien kauhojan suunnittelu sujui hyvin pieniä ongelmia lukuun ottamatta. Ongelmista kuitenkin selvittiin ja mallistosta tuli toimiva kokonaisuus.

Asiakas voi valita halutessaan pohjalatat ja paksumman huulilevyn lisävarusteena kaikkiin kauhamalleihin. Kuokkakauhoihin ja kaapeliojakauhoihin on saatavilla lisävarusteena myös kynnet. Pohjalatat parantavat kauhojen kulumiskestävyyttä entisestään. Kaikki kauhojen osat valmistetaan kulutusteräksestä lukuun ottamatta päätylevyjä ja kotelolevyjä. Päätylevyjen ja kotelolevyjen materiaali on tavallinen rakenneteräs, S355. Huulilevyjen materiaali on Miilux500 ja muiden osien materiaali on Miilux450.

9.1 Konevel CB300-80 -kaapeliojakauha

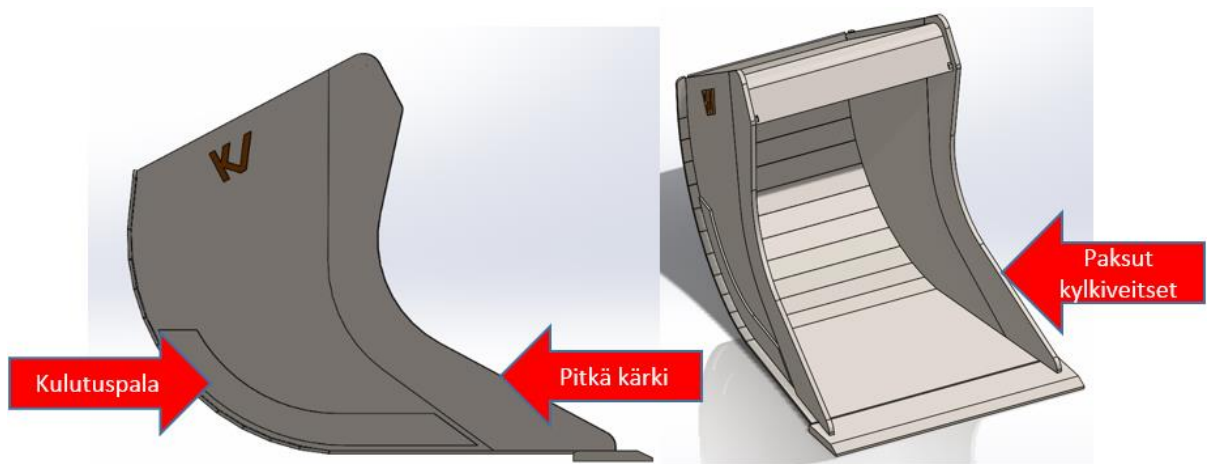
Konevel CB300-80 -kaapeliojakauha on tarkoitettu 4–6 tonnin painoisiin kaivinkoneisiin. Kaapeliojakauhan pitää olla tarpeeksi pitkäkärkinen, että sillä saadaan kaivettua kaapeli riittävän syvälle maahan. Pitkän kärjen ansiosta kauhalla päästään kaivamaan myös kaapelin alta. Päästöt kauhan kyljissä ovat tärkeitä, että maa-aines irtoaa kauhasta helposti, eikä se tartu pohjaan kiinni. Molemmat kyljet avautuvat neljä astetta ulospäin. Kauhan kylkien kärjissä on paksut vahvikepalat kulumisen hidastamiseksi. Kauhassa on myös S40-seläke kiinni mallin vuoksi. Kauhaan voidaan kiinnittää seläke asiakkaan toiveen mukaan. Konevel-kaapeliojakauha on kuvassa 9.



KUVA 9. Konevel CB300-80 kaapeliojakauha.

9.2 Konevel DB650-200 -kuokkakauha

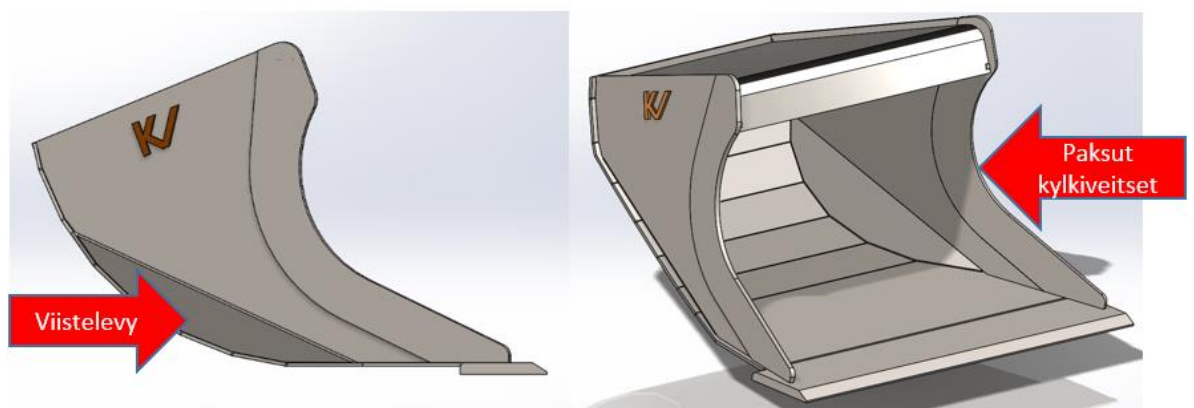
Konevel DB650-200 kuokkakauha on tarkoitettu 4–6 tonnin painoisiin kaivinkoneisiin. Kauhan kylki-levyissä on kulutuspalat, jotka suojaavat kauhan kylkiä ja hitsausliitoksia kulumiselta. Myös kuokkakauhan hyvä ominaisuus on, että kärki on riittävän pitkä. Kärki ei saa olla kuitenkaan liian pitkä, etteivät lujuus- ja kaivamisominaisuudet kärsi. Kuokkakauhoissa on kaapeliojakauhojen tavoin päästöä ulospäin, ettei maa-aines tarttuisi kauhaan kiinni ja kauhan tyhjentäminen olisi vaivatonta. Kuokkakauhan kylkiveitset ovat paksumpaa materiaalia kuin kylkilevyt, että kauha kestäisi kovaakin käyttöä. Kauhan pohjan ja kiinnityslevyn välinen kulma on tärkeä osa kauhan toimimisen kannalta. Konevel-kuokkakauha on kuvasta 10.



KUVA 10. Konevel DB650-200 -kuokkakauha.

9.3 Konevel TB1200-250 luiskakauha.

Konevel TB1200-250 -luiskakauha on tarkoitettu 4–6 tonnin painoisiin kaivinkoneisiin. Konevel-luiskakauha levenee kohti huulilevyä parantaen kauhan kaivuominaisuuksia. Kauhan pohjavaippa on kavennettu viistelevyillä muotoilutöiden helpottamiseksi. Muotoilun ansiosta kauhalla pystyy työskentelemään hankalissakin paikoissa. Pohjan suora osuus on riittävän pitkä, joten se helpottaa tasaisten alueiden muotoilua. Konevel-luiskakauhassa on myös paksut kylkiveitset kulumisen hidastamiseksi ja kestävyyslisäämiseksi. Konevel-luiskakauha löytyy kuvasta 11.

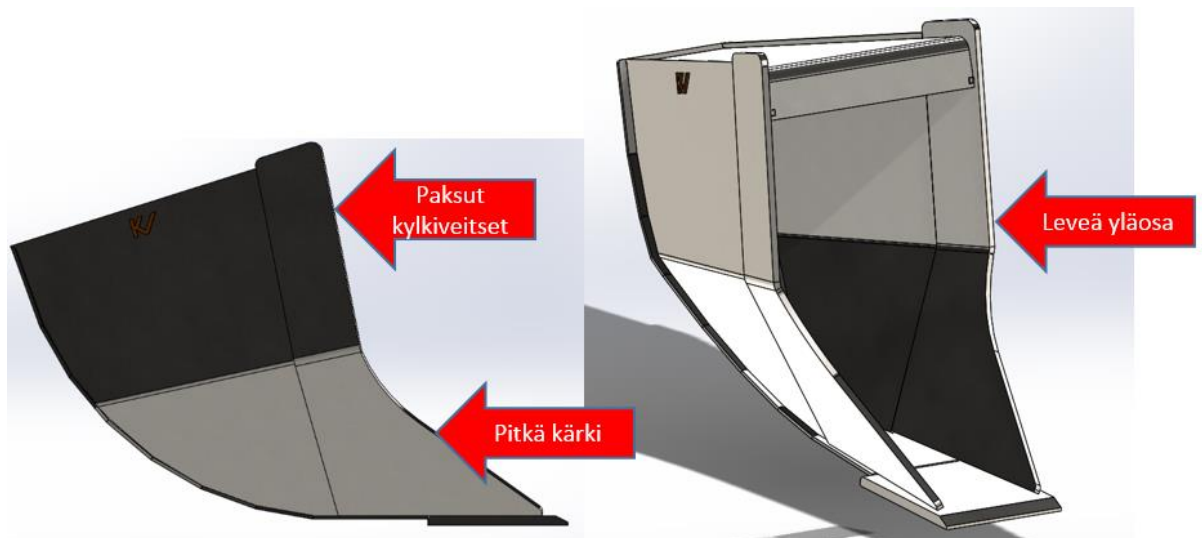


KUVA 11. Konevel TB1200-250 luiskakauha.

9.4 Konevel CB400-600 -kaapeliojakauha

Konevel CB400-600 -kaapeliojakauha on tarkoitettu 15 tonnin painoisiin kaivinkoneisiin. Kauha on pyritty muotoilemaan siten, että sillä pystyttäisiin kaivamaan mahdollisimman syvälle leventämättä kaivantoa turhaan. Toisaalta taas samalla kauhalla voidaan tarvittaessa tehdä myös leveämpi kaivanto upottamalla kauha syvemmälle esimerkiksi salaojia kaivettaessa. Kauhassa on suhteellisen pitkä kärki, ja se kapenee huulilevyä kohti.

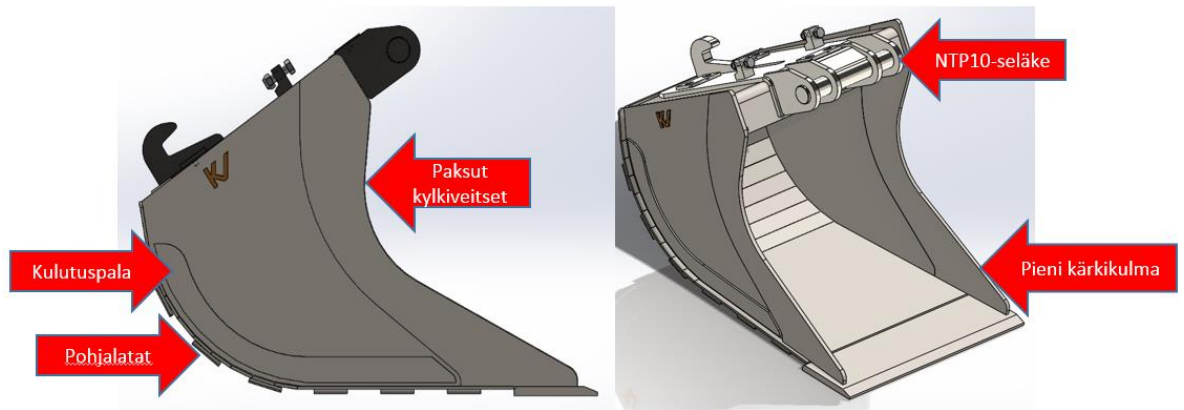
Kauhan kylkiveitset ovat paksummat kuin kylkilevyt, jolloin kulumisen hidastuu ja kauhaan saadaan lisää lujuutta. Kauhan kylkilevyt ovat myös auki ulospäin, että kauhan tyhjentäminen olisi vaivatonta eikä maa-aines tarttuisi kauhaan kiinni. Konevel CB400-600 -kaapeliojakauha on kuvassa 12.



KUVA 12. Konevel CB400-600 -kaapeliojakauha.

9.5 Konevel DB900-550 -kuokkakauha

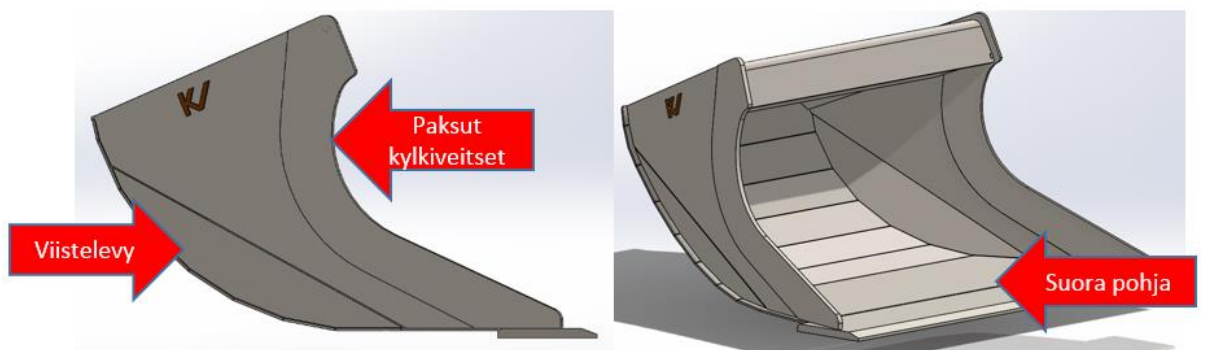
Konevel DB-550 -kuokkakauha on tarkoitettu 15 tonnin painoisiin kaivinkoneisiin. Kauhan kärki on tarpeeksi pitkä, joten kauhalla pystyy tarvittaessa siirtämään esimerkiksi suuriakin kiviä. Kauha myös uppoaa maahan paremmin pienen kärkikulman ansiosta. Kauhan kylkilevyissä on kulutuspalat kulutuksen hidastamiseksi ja hitsausseamien suojaamiseksi. Kylkiveitset ovat paksumpaa materiaalia kuin kylkilevyt, kuten muissakin Konevel-kauhamalleissa. Kuvan kauhaan on mallinnettu lisävarusteena saatavat pohjalatat, jotka lisäävät kulutuskestävyyttä entisestään. Kuvan kauhassa on paikallaan NTP10-seläke, mutta asiakas voi valita kauhan haluamallaan seläkkeellä. Konevel DB900-550 -kuokkakauha on kuvasta 13.



KUVA 13. Konevel DB900-550 kuokkakauha.

9.6 Konevel TB1650-700 -luiskakauha

Konevel TB1650-700 -luiskakauha on tarkoitettu 15 tonnin painoisiin kaivinkoneisiin. Kauhan muodot ovat samat kuin TB1200-250 -kauhassakin eli kauha levenee kohti huulilevyä, ja pohjavaippa on kaivennettu viistelevyillä kaivuominaisuuksien parantamiseksi. Kuten muissakin Konevel-kauhoissa kylkiveitset ovat paksumpaa materiaalia kuin kylkilevyt, että kauha kestäisi pidempään ja rajuakin käsittelyä. Pohjan suora osuus on riittävän pitkä, joka helpottaa tasaisten alueiden muotoilua.



KUVA 14. Konevel TB1650-700 luiskakauha.

10 POHDINTA

Kauhamalliston suunnittelun lähtökohtana oli suunnitella oma kauhamallisto Konevel Oy:lle. Opin-
näytetyön yhteydessä suunnitellut kauhat ovat vain osa kokonaisuutta, joka suunnitellaan yritykselle
lähitulevaisuudessa. Suunniteltujen kauhojen pohjalta työtä on helppo jatkaa, koska kaikkien koko-
luokkien kauhat ovat päämuodoiltaan samanlaisia kuin tässä projektissa suunnitellut kauhamallit.
Lopulliset tulokset kauhamalliston onnistumisesta saadaan, kun prototyypit on valmistettu ja testattu
todellisissa olosuhteissa.

Työn yhteydessä syntyneiden valmistuspiirustuksilla yrityksen on vaivatonta kilpailuttaa valmistajia
Suomessa ja ulkomailla. Kauhamalleja on myös helppo muuttaa asiakkaiden toiveiden mukaiseksi
jos prototyypeissä huomataan puutteita, vikoja tai muuten parannettavaa. Tehokkaan kilpailutuksen
avulla pyritään saavuttamaan kuluttajaystävällinen hinta-laatusuhde.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- AALTONEN, Kalevi, ANDERSSON, Paul ja KAUPPINEN, Veijo 1997. Levytyö- ja työvälinetekniikat. Porvoo: WSOY.
- COHEN, Lou 1995. Quality function deployment – How to make QFD work for you. New York: Addison Wesley Publishing Company.
- DAY, Ronald G 1993. Quality function deployment – Linking a company with its customer. Milwaukee: ASQC Quality Press.
- ESAB Oy:n www-sivu [viitattu 17.4.2014]. Saatavissa: <http://www.esab.fi/>
- HEINONEN, Jorma, KÄRKKÄINEN, Hannu, PIIPPO, Petteri, SALLI, Marko ja TUOMINEN, Markku 1995. Asiakastarpeista tuotteiksi – kehitystoiminnan työvälaineet. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy.
- HÄMÄLÄINEN, Olli ja JALARVO, Essi 2008. Quality function deployment asiakaslähtöisen tuotekehityksen menetelmänä. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, teknillistaloudellinen tiedekunta, tuotantotaluden osasto. Kandidaatin työ.
- KESKINEN, Tomi 2013. MAXPO 2013 – Lähes 15 000 kävijää viihtyi Hyvinkäällä [verkkajulkaisu]. mascus.com [viitattu 22.4.2014]. Saatavissa: <http://mascussuomi.wordpress.com/>
- KONEVEL Oy:n www-sivu [viitattu 31.3.2014]. Saatavissa: <http://www.konevel.fi/konevel.html>.
- LEPOLA, Pertti ja MAKKONEN, Matti 1998. Hitsaus ja teräsrakenteet. Porvoo: WSOY.
- LIIMATAINEN, Reijo ja SIPILÄ, Timo 2010. Miilux-kulutusteräket käyttäjän käsikirja. 3. painos. Raahen: Miilux Oy.
- MIILUX Oy:n www-sivu [viitattu 17.4.2014]. Saatavissa: <http://www.miilux.fi/>
- PIIROINEN, Tomi 2013. Teräsrakenteiden suunnitteluohjeita parempaan valmistettavuuteen. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulun julkaisusarja D4/2/2013.
- RANTASUO, Hannu. Miilux Oy. Kulutusterästen hinnat [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Esa Niskanen. Lähetetty 24.4.2014. [viitattu 24.4.2014].
- TIAINEN, Tuomo ja LAITINEN, Esko 2008. Konetekniikan materiaalioppi. 12. painos Helsinki: Edita Prima Oy.
- TURUNEN, Olof 1991. QFD – Avain tuotteen kehittämiseen. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy.

MIELIPIDEKYSELYLOMAKE



Suunnittelemme Konevel Oy:lle kauhamallistoa. Keräämme kyselyllä asiakkailta tärkeää tietoa toivotuista ominaisuuksista ja materiaaleista koskien tulevaa mallistoa.

Vastaamalla kyselyyn ja jättämällä yhteystietosi olet mukana **CTEK MXS akkulaturin (arvo 200€)** arvonnassa.

Kerro omin sanoin (tai piirrä) mitkä ovat mielestäsi tärkeimpiä ominaisuuksia seuraaville kauhamalleille?

- 1. Kuokkakauha**

- 2. Luiskakauha**

- 3. Kaapeliojakauha**

Yhteystiedot

Yritys:

Nimi:

Puhelin:

Sähköposti:

Kiitos, että vastasit kyselyymme.

Voittajalle ilmoitamme henkilökohtaisesti